

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3462959号
(P3462959)

(45) 発行日 平成15年11月5日 (2003. 11. 5)

(24) 登録日 平成15年8月15日 (2003. 8. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/16

H 0 1 Q 13/16

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-181687

(22) 出願日 平成8年6月24日 (1996. 6. 24)

(65) 公開番号 特開平10-13143

(43) 公開日 平成10年1月16日 (1998. 1. 16)

審査請求日 平成13年7月5日 (2001. 7. 5)

(73) 特許権者 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 菅原 悟

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

審査官 新川 圭二

(56) 参考文献 特開 平2-52508 (J P, A)

特開 平1-295503 (J P, A)

特開 平3-60201 (J P, A)

特開 平9-107236 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平面アンテナ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スロットラインのスロット幅がテーパー状に広がった構造を備え、前記スロットラインの進行方向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、前記テーパーの形状が、

【数1】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}}$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数) で表されるフェルミ・ディラック関数形であることを特徴とする平面アンテナ。

【請求項2】 スロットラインのスロット幅がテーパー状に広がった構造を備え、前記スロットラインの進行方

2

向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、前記テーパーの形状が、

【数2】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}} + dx$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数) で表されるフェルミ・ディラック関数形であることを特徴とする平面アンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は移動体通信機器や小型情報端末、その他平面アンテナを内蔵する無線装置へ応用可能な平面アンテナに関し、より詳細には、平面ア

ンテナ、特にテーバードスロットアンテナのテーバー形状を簡単な関数形で記述でき、アンテナ長が短くても指向性を向上させた平面アンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】平面アンテナ、特にテーバードスロットアンテナは、スロットラインのスロット幅が傾きを持って（テーバー状に）広がる構造を備え、アンテナ面に対して平行な方向（スロットラインの進行方向）に電磁波を放射するものである。この平面アンテナは、構造がスロットラインと同様であるためマイクロストリップラインのように裏面に接地導体を必要とせず、ユニプレーナ構造の給電線や整合回路と容易に一体化させることができる。

【0003】平面アンテナとして、これまで図5～図8に示すものが論文等で報告されている。図5はテーバー形状が直線的なL TSA型、図6はテーバー形状が指数関数形となっているvivaldi型、図7はテーバー形状が指数関数的に広がって後先端で一定幅となっているCWSA型、図8はテーバー形状が直線を数段階に折り曲げて広がっていくBL TSA型をそれぞれ示している。これらのテーバー形状を用いて平面アンテナを試作した結果、サイドロブレベルの低い高指向性のアンテナが得られたとの報告がある。

【0004】また、特開平5-114810号公報「制御された反射損失形状を有する広帯域の連続フレアノッチフェイズドアレイ放射素子」には、ハイパスチェビシェフ近似反射係数対周波数特性を与えるようにテーバー形状が形成されたアンテナが開示されている。この公報に開示された放射素子によれば、関係する帯域にわたる所定の最大不整合に対する最短最適長を有する広帯域の十分に整合された放射素子を得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、60GHzといった高い周波数で図5～図8に示すテーバー形状を持つアンテナを試作しても、論文等で報告されているような高指向性のアンテナをなかなか得ることができない。特にアンテナ長が3～4波長程度の短いアンテナでは指向性が悪くなり、アンテナの小型化が難しくなってしまうという問題点がある。

【0006】また、特開平5-114810号公報においては、関係する帯域にわたる所定の最大不整合に対する最短最適長を有する広帯域の十分に整合された放射素子を得ることができるという前述した効果を与えるテーバー形状が非常に複雑な計算式で表現されているため以下の点で問題がある。

【0007】すなわち上記テーバー形状を与える計算式にはスロットラインの線路幅に対する特性インピーダンスの値を必要とするが、一般に利用される低誘電率基板上のスロットラインの特性インピーダンスの近似式では、 $W/\lambda = 0.075$ の点で不連続点を持つため上記

公報に開示された計算式に利用することはできない（Characteristic Impedance of Wide Slotline on Low Permittivity Substrate, MTT-34 No. 8, pp. 900-902, 1986）。したがって、厳密な三次元の電磁界解析を用いてスロットラインの特性インピーダンスを求めなければならず、上記公報に開示されたテーバー形状を計算することは一般の研究者にとって非常に困難である。

【0008】このように従来の平面アンテナのテーバー形状は作成は簡単であるが所望の特性が得られなかったり（図5～図8）、実験を試みることにさえためらわれるような複雑なテーバー形状であったりしていた（特開平5-114810号公報）。

【0009】したがって、本発明は上記に鑑みてなされたものであって、本発明は簡単な関数形でテーバー形状を表現することを第1の目的とする。

【0010】また、インピーダンス整合を行うことができ、かつ指向性の向上を図ることを第2の目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】平面アンテナのテーバー形状は、アンテナの入出力間でインピーダンス整合を行うと共に電磁波の自由空間への漏れ出しを制御することによりアンテナの指向性を支配している。インピーダンス整合を中心に考えれば、平面アンテナのテーバー形状は指数関数形が良いと考えられるが、指向性の向上を中心に考えるとテーバー形状は図7に示すCWSAや図8に示すBL TSAのように電磁波を包み込むような形状が適していると考えられる。一方、図5に示すL TSAは、図7に示すCWSAや図8に示すBL TSAに対して中間的な位置にあるといえ、結局どちらつかずの特性となってしまふ。したがって、従来技術として挙げたものには一長一短がある。

【0012】そこで本発明の発明者は、従来の平面アンテナの特徴を活かしてインピーダンス整合を行い、かつ指向性の向上を図るという目的を同時に達成するため、指向性の高いCWSA（図7）やBL TSA（図8）の基本的なテーバー形状を残しつつ、そのテーバー形状に対して指数関数的ななだらかな繋ぎを行うことによりインピーダンス整合を行えば良いということを見い出した。

【0013】そこで上記目的を達成するため、本発明の請求項1に係る平面アンテナは、スロットラインのスロット幅がテーバー状に広がった構造を備え、前記スロットラインの進行方向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、CWSA（図7）のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数的に表現した結果、前記テーバーの形状が、

【数3】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}}$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)で表されるフェルミ・ディラック関数形であるものである。

【0014】上記関数形で表されるテーバー形状であれば、最初は指数的に増加していくスロットラインの線路幅がなだらかに、かつ一定幅で移り変わっていく形状を実現することができる。

【0015】また、本発明の請求項2に係る平面アンテナは、スロットラインのスロット幅がテーバー状に広がった構造を備え、前記スロットラインの進行方向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、BLTSA(図8)のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数(フェルミ・ディラック関数)的に表現した結果、前記テーバーの形状が、

【数4】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}} + dx$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)で表される関数形であるものである。

【0016】上記関数形で表されるテーバー形状であれば、最初は直線的に増加していくスロットラインの線路幅が途中で傾きを急にし、再びもとの傾きに戻るBLASTのテーバー形状の特徴を残しつつ、テーバー形状がなだらかに移り変わっていく形を実現することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る平面アンテナの実施の形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0018】【実施の形態1】

本発明の実施の形態1に係る平面アンテナは、CWSA(図7)のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数(フェルミ・ディラック関数)的に表現したものである。図1は、本発明の実施の形態1に係る平面アンテナの構成を示す斜視図であり、図2は、本発明の実施の形態1に係る平面アンテナの構成を示す平面図である。

【0019】図1及び図2に示す平面アンテナ10は、誘電体からなる基板11と、基板11上に形成され、電磁波を放射又は入射するテーバー状スロット部13を有する導体部12とを備えている。テーバー状スロット部13は、入力部13aと、曲線部13bと、開口部13cとから構成される。そして、このテーバー状スロット部13のテーバーの形状は、CWSA(図7)のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数(フェルミ・

ディラック関数)的に表現した結果、
【数5】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}}$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)という関数形で表される。

【0020】実施の形態1に係る平面アンテナ10において、基板11はポリイミドからなり、厚さは50μm、誘電率は3.6である。基板11上に形成された導体部12は厚さ5μmの銅箔であり、基板11の片面のみに形成されている。また、テーバー状スロット部13は、導体部12をエッチング等で除去して形成される。

【0021】更に、実施の形態1に係る平面アンテナ10において、テーバー状スロット部13の開口部13cの幅は5mm、アンテナ長は20mm、入力部13aのスロット幅は50μmである。

【0022】そして平面アンテナ10のテーバー状スロット部13のテーバー形状を与える関数形は、具体的に、

【数6】

$$\frac{2.475}{1 + e^{0.5(10-x)}}$$

(ただし、xは位置座標(mm)、0 ≤ x ≤ 20)に表されるものとした。

【0023】以上の構成を有する平面アンテナ10は、例えば移動体通信機器や小型情報端末等において、伝送線路(図示せず)を介して高周波回路(図示せず)に接続されて使用される。

【0024】このように上記関数形で表されるテーバー形状であれば、最初は指数的にスロットラインの線路幅を増加させていき、その後はなだらかに、かつ一定幅で移り変わっていく形状を実現することができる。したがって、このテーバー形状によれば、CWSA(図7)のテーバー形状に対して指数関数(フェルミ・ディラック関数)的ななだらかな繋ぎを行ったため、指向性の高いCWSA(図7)の基本的な形状を残しつつ、インピーダンス整合をも行うことができる。よって、テーバー形状を簡単な関数形で記述することができ、アンテナ長が短くても指向性が高い平面アンテナを実現することができる。

【0025】【実施の形態2】

本発明の実施の形態2に係る平面アンテナは、BLTSA(図8)のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数(フェルミ・ディラック関数)的に表現したものである。図3は、本発明の実施の形態2に係る平面アン

テナの構成を示す斜視図であり、図4は、本発明の実施の形態2に係る平面アンテナの構成を示す平面図である。

【0026】図3及び図4に示す平面アンテナ30は、誘電体からなる基板11と、基板11上に形成され、電磁波を放射又は入射するテーバー状スロット部31を有する導体部12とを備えている。テーバー状スロット部31は、入力部31aと、曲線部31bと、開口部31cとから構成される。そして、このテーバー状スロット部31のテーバーの形状は、BLTSA(図8)のテーバー形状に基づいてテーバー形状を指数関数(フェルミ・ディラック関数)的に表現した結果、

【数7】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}} + dx$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)という関数形で表される。

【0027】実施の形態2に係る平面アンテナ30において、基板11はポリイミドからなり、厚さは50μm、誘電率は3.6である。基板11上に形成された導体部12は厚さ5μmの銅箔であり、基板11の片面のみに形成されている。また、テーバー状スロット部31は、導体部12をエッチング等で除去して形成される。

【0028】更に、実施の形態1に係る平面アンテナ30において、テーバー状スロット部31の開口部31cの幅は5mm、アンテナ長は20mm、入力部31aのスロット幅は50μmである。

【0029】そして平面アンテナ30のテーバー状スロット部31のテーバー形状を与える関数形は、具体的に、

【数8】

$$\frac{1.475}{1 + e^{0.5(10-x)}} + 0.05x$$

(ただし、xは位置座標(mm)、0 ≤ x ≤ 20)に表されるものとした。

【0030】以上の構成を有する平面アンテナ30は、例えば移動体通信機器や小型情報端末等において、伝送線路(図示せず)を介して高周波回路(図示せず)に接続されて使用される。

【0031】このように上記関数形で表されるテーバー形状であれば、最初は直線的に増加していくスロットラインの線路幅が途中で傾きを急にし、再びもとの傾きに切り変わっていく形状を実現することができる。したがって、このテーバー形状によれば、BLAST(図8)のテーバー形状に対して指数関数(フェルミ・ディラック関数)的に表現した結果、

ク関数)的ななだらかな繋ぎを行ったため、指向性の高いBLAST(図8)の基本的な形状を残しつつ、インピーダンス整合をも行うことができる。よって、テーバー形状を簡単な関数形で記述することができ、アンテナ長が短くても指向性が高い平面アンテナを実現することができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る平面アンテナ(請求項1)によれば、スロットラインのスロット幅がテーバー状に広がった構造を備え、スロットラインの進行方向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、テーバーの形状が、

【数9】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}}$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)で表されるフェルミ・ディラック関数であるため、最初は指数的にスロットラインの線路幅を増加させていき、その後はなだらかに、かつ一定幅で切り変わっていく形状を実現することができる。したがって、このテーバー形状によれば、CWSA(図7)のテーバー形状に対して指数関数(フェルミ・ディラック関数)的ななだらかな繋ぎを行ったため、指向性の高いCWSA(図7)の基本的な形状を残しつつ、インピーダンス整合をも行うことができる。よって、テーバー形状を簡単な関数形で記述することができ、アンテナ長が短くても指向性が高い平面アンテナを実現することができる。

【0033】また、本発明に係る平面アンテナ(請求項2)によれば、スロットラインのスロット幅がテーバー状に広がった構造を備え、スロットラインの進行方向に電磁波を放射する平面アンテナにおいて、テーバーの形状が、

【数10】

$$\frac{a}{1 + e^{bx+c}} + dx$$

(ただし、xはアンテナの放射方向の位置座標、a、cは任意の常数、bは負の定数)で表されるフェルミ・ディラック関数であるため、最初は直線的に増加していくスロットラインの線路幅が途中で傾きを急にし、再びもとの傾きに切り変わっていく形状を実現することができる。したがって、このテーバー形状によれば、BLAST(図8)のテーバー形状に対して指数関数(フェルミ・ディラック関数)的ななだらかな繋ぎを行ったため、指向性の高いBLAST(図8)の基本的な形状を残しつつ、インピーダンス整合をも行うことができる。よって、

9

10

て、テーバー形状を簡単な関数形で記述することができ、アンテナ長が短くても指向性が高い平面アンテナを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る平面アンテナの構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る平面アンテナの構成を示す平面図である。

【図3】本発明の実施の形態2に係る平面アンテナの構成を示す斜視図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係る平面アンテナの構成を示す平面図である。

【図5】従来の平面アンテナであるLTSAの構成を示す平面図である。

*【図6】従来の平面アンテナであるvivaldiの構成を示す平面図である。

【図7】従来の平面アンテナであるCWSAの構成を示す平面図である。

【図8】従来の平面アンテナであるBLTSAの構成を示す平面図である。

【符号の説明】

10, 30 平面アンテナ

11 基板

10 12 導体部

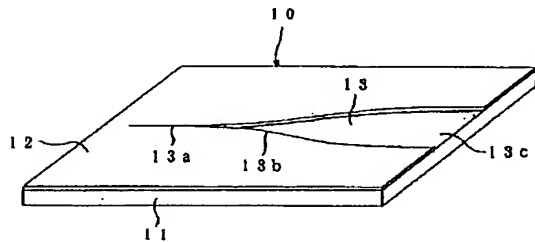
13, 31 テーバー状スロット部

13a, 31a 入力部

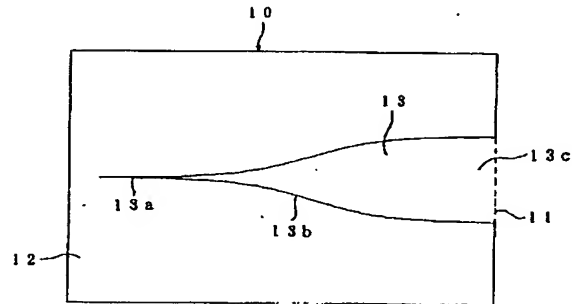
13b, 31b 曲線部

* 13c, 31c 開口部

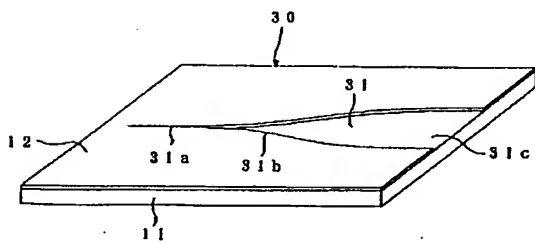
【図1】



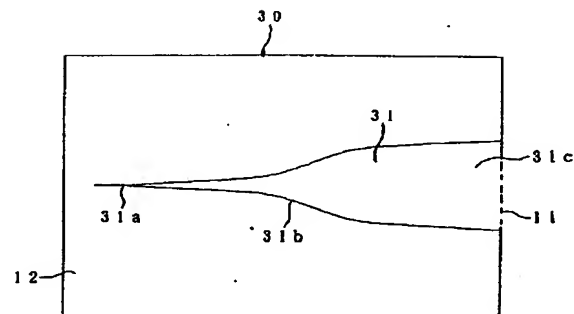
【図2】



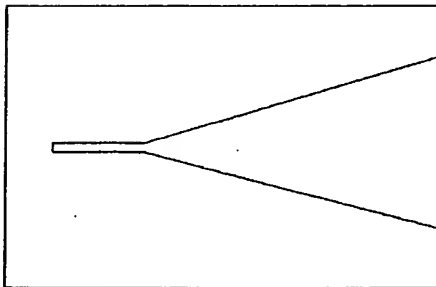
【図3】



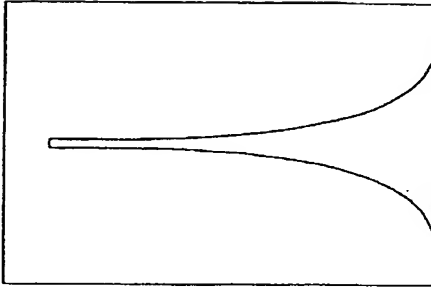
【図4】



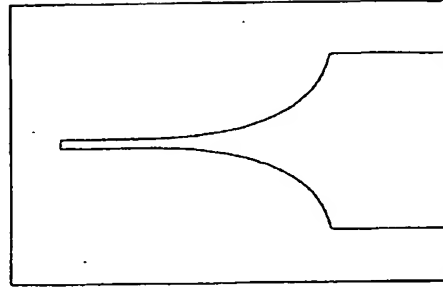
【図5】



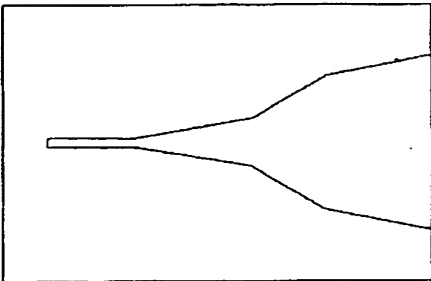
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01Q 13/16

J I C S T ファイル (J O I S)